

Efeito em longo prazo da aplicação de calcário e gesso nos atributos químicos do solo em sistema de plantio direto⁽¹⁾.

Thiago Ranzan⁽²⁾; Leticia de Pierri⁽²⁾; Volnei Pauletti⁽³⁾; Gabriel Barth⁽⁴⁾; Antônio Carlos Vargas Motta⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação ABC.

⁽²⁾ Mestrando em Ciência do Solo; Universidade Federal do Paraná- UFPR; Curitiba, Paraná; ranzan@ufpr.br; lepierr@ufpr.br⁽³⁾ Professores; Universidade Federal do Paraná – UFPR; vpauletti@ufpr.br; mottaufpr@gmail.com⁽⁴⁾ Pesquisador; Fundação ABC; gabrielbarth@fundacaoabc.org.br

RESUMO: Em períodos de veranico a exploração do solo pelo sistema radicular pode estar limitada à camada superficial, tendo a acidez do solo como um dos principais fatores que integram este problema, e a aplicação de calcário como uma solução. A baixa fertilidade das camadas subsuperficiais também pode ser considerada como um fator limitante ao desenvolvimento radicular em profundidade, de maneira que a aplicação de gesso facilita a movimentação dos cátions para camadas mais profundas do perfil, principalmente devido à formação de um par iônico com o sulfato. Desta maneira o objetivo deste trabalho é avaliar em longo prazo a aplicação conjunta de gesso e calcário nos atributos químicos de um solo no sistema de plantio direto. O experimento foi conduzido no município de Jaguariaíva (PR), em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sendo conduzido em blocos ao acaso sob esquema fatorial com 10 tratamentos, sendo cinco doses de gesso agrícola (0; 1,5; 3,0; 6,0 e 12 Mg ha⁻¹) e duas doses de calcário (0 e 3,42 Mg ha⁻¹), com três repetições. Realizou-se amostragem e análise de solo aos 36 meses após a implantação do experimento até 100 cm de profundidade. A aplicação de calcário corrigiu o pH, aumentou a concentração de cálcio e magnésio e diminuiu o alumínio nas camadas superficiais do solo. O gesso aumentou o pH e as concentrações de cálcio em profundidade, lixiviou magnésio e não lixiviou o potássio.

Termos de indexação: lixiviação de íons, pH em profundidade, gessagem.

INTRODUÇÃO

Os métodos conservacionistas de manejo do solo imprimem características químicas distintas ao solo, com consequências diretas no crescimento da parte aérea e na produtividade das plantas, principalmente devido à elevação da concentração de alguns nutrientes na camada superficial do solo (Scherer et al., 2007).

Em períodos de veranico, no entanto, a exploração do solo pelo sistema radicular pode estar limitada à camada superficial, principalmente em casos de baixos níveis de cálcio (Ca⁺²) em

profundidade, diminuindo a absorção de água e nutrientes. A aplicação de gesso, portanto, pode ser uma alternativa para uma maior distribuição do sistema radicular no perfil do solo (Caires et al., 2001), retardando os efeitos negativos dos veranicos.

A acidez do solo é outro fator limitante ao crescimento radicular (Pádua et al., 2008), sendo a calagem a principal forma de correção dessa limitação. O calcário atua elevando a saturação de bases (Soratto & Crusciol, 2008) e diminuindo o efeito tóxico do alumínio (Zambrosi et al., 2007). Assim, a ação conjunta entre a gessagem e calagem é uma técnica que vem sendo aprimorada, visto que a ação individual do gesso pode ocasionar a lixiviação de Mg²⁺ e K⁺ (Rampim et al., 2011).

Desta maneira o objetivo deste trabalho é avaliar em longo prazo o efeito da aplicação conjunta de gesso e calcário nos atributos químicos do solo no sistema de plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural no município de Jaguariaíva (PR), em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (EMBRAPA, 2006), durante os anos de 2002 a 2008. Foi realizada uma caracterização química do solo até a profundidade de 100 cm no ano da implantação do experimento, observando-se baixos teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e pH, além de elevados teores de Al³⁺, com saturação por este elemento acima de 50,6 % a partir de 10 cm de profundidade (**Tabela 1**).

Tratamentos e amostragens

O experimento foi conduzido em esquema fatorial com dez tratamentos, sendo os mesmos uma combinação entre cinco doses de gesso agrícola (0; 1,5; 3,0; 6,0 e 12 Mg ha⁻¹) e duas doses de calcário (0 e 3,42 Mg ha⁻¹), delineados em blocos ao acaso com três repetições em parcelas de 100 m². Foi aplicado calcário com PRNT de 85 %, seguindo a recomendação de elevação da saturação por bases da camada arável (0-20 cm) para 70 %. As aplicações de corretivo e gesso ocorreram nos dias

20/06/2002 e 19/08/2002, respectivamente, em superfície e sem incorporação.

Realizaram-se amostragens do solo aos 36 meses após a implantação do experimento (2005), coletando-se 15 pontos por parcela para a elaboração da amostra composta, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40, e oito pontos por parcela nas profundidades de 40-60, 60-80 e 80-100 cm. Utilizou-se trado calador para a amostragem até 40 cm e trado holandês para a amostragem entre 40 e 100 cm de profundidade. As amostras foram analisadas segundo Raij et al. (2001) para pH em CaCl_2 , Al^{+3} , Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} , sendo a determinação do S-SO_4^{2-} realizada utilizando-se fosfato de cálcio monobásico como extrator.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância dentro de cada profundidade e, quando encontrada significância, procedeu-se a comparação das médias das doses de gesso pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Todos os dados foram analisados pelo software estatístico R®, versão 2.15.1, e os gráficos elaborados pelo software gráfico SigmaPlot®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos não apresentaram interação em relação aos atributos químicos do solo, desta maneira, os dados são apresentados de acordo com o efeito individual de cada fator, gesso e calcário.

Por se tratar de uma área de plantio direto e aplicação de calcário na superfície sem incorporação, a calagem proporcionou aumento do pH (CaCl_2) somente na camada superficial de 0-10 cm do solo (**Tabela 2**). Caires et al. (2003) encontraram maior reação do calcário aos 35 meses após a aplicação, com aumento do pH (CaCl_2) até a profundidade de 40 cm. Este efeito menos pronunciado em profundidade pode estar relacionado com a dose aplicada, uma vez que os autores aplicaram até $4,50 \text{ Mg ha}^{-1}$, enquanto neste trabalho a dose foi pouco superior a $3,0 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Assim como o pH, os teores de Al diminuíram e os de Ca aumentaram somente na camada de 0-10 cm aos 36 meses após a aplicação do calcário (**Tabela 2**), evidenciando a baixa mobilidade do Ca no perfil do solo devido à sua retenção nas cargas negativas das argilas e da matéria orgânica (Vitti et al., 2006).

Os teores de magnésio foram maiores com a aplicação do calcário em todas as profundidades. Além de o calcário ser fonte de Mg, este nutriente tem menor preferência pelas cargas do solo em relação ao Ca, sendo deslocado no perfil. A

aplicação de calcário não influenciou os teores de enxofre e potássio no solo, fato esperado pela ausência destes nutrientes em sua composição.

O gesso proporcionou incremento de Ca^{2+} em todas as profundidades proporcionalmente às doses aplicadas (**Figura 1**), diferindo principalmente nas maiores profundidades, demonstrando que esse elemento deslocou-se no perfil do solo pela ação deste insumo. Em contrapartida, nas camadas mais profundas do solo (>20 cm) teores próximos ou inferiores a $0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na ausência de aplicação de gesso passam a ser iguais e frequentemente superiores a este valor nos tratamentos com aplicação de gesso. Esta mobilidade do cálcio proporcionada pelo uso do gesso se deve ao efeito do SO_4^{2-} em anular a carga do Ca^{2+} , o que leva à formação de um par iônico entre esses dois íons, evitando assim que o Ca^{2+} se ligue as cargas do solo e facilitando sua descida às camadas mais profundas (Nava et al., 2012).

Teores de Ca superiores a $0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ que são considerados adequados para as espécies cultivadas (Raij et al., 1996), somente foram obtidos em profundidade com as maiores doses de gesso (**Figura 1**). Se considerado o manual do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Comissão, 2004), no entanto, que preconiza como teores adequados de Ca aqueles maiores que $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, somente a camada de 0-10 cm estaria com níveis adequados deste nutriente.

O teor de Mg no solo é baixo a partir da camada de 10-20 cm, que segundo Raij et al. (1996) é adequado quando os valores são superiores a $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, ou acima de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, segundo Comissão (2004) (**Figura 1**). Para o Mg^{2+} observa-se efeito da aplicação de gesso similar ao observado para o Ca^{2+} . Aos 36 meses já se percebe o efeito do gesso em deslocar o Mg da camada 0-10 cm para a camada 10-20 cm (**Figura 1**). Esta lixiviação aliada a não aplicação de Mg pode induzir a deficiência em plantas cultivadas. A lixiviação de Mg pela aplicação de gesso também foi observada por outros autores (Rampim et al., 2011; Nava et al., 2012) e pode ser atribuída à competição do Mg^{2+} com o Ca^{2+} pelas cargas negativas do solo, de maneira que o Ca^{2+} tem preferência nos sítios de troca (Loyola Jr & Pavan, 1989). Com isso, pela alta concentração de Ca^{2+} adicionado ao solo, tanto pela aplicação de gesso quanto de calcário, o Mg^{2+} é deslocado dos sítios de troca, podendo formar par iônico com o SO_4^{2-} ou ser lixiviado na forma de íons Mg^{2+} , sendo esta a forma preferencial de deslocamento no perfil (Zambrosi et al., 2007).

Alguns autores afirmam ocorrer lixiviação de K^{+} após a realização da gessagem (Rampim et al., 2011), fato não observado neste estudo.

A aplicação de gesso não influenciou o pH (CaCl_2) nas camadas superficiais (**Figura 1**), pois o gesso não é considerado um corretivo da acidez do solo (Pavan et al., 1984; Veloso et al., 1992; Maria et al., 1993). Porém, é possível perceber um aumento do pH do solo a partir de 60 cm de profundidade, principalmente na dose de 12 Mg ha^{-1} , quando comparada com a ausência de aplicação de gesso, havendo um acréscimo de 0,17 na escala de pH aos 36 meses. Caires et al. (2003) atribui este aumento no pH ao SO_4^{2-} presente no gesso, que em profundidade desloca o OH^- dos colóides do solo para a solução, assim fazendo com que o gesso tenha um efeito indireto na correção do pH do solo em profundidade.

Os teores de Al^{3+} não foram alterados pela aplicação de gesso, com os maiores valores (média de $1,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) ocorrendo na camada de 20-40 cm. Porém, a saturação por alumínio (m%) diminuiu proporcionalmente à dose de gesso aplicada. Essa redução, no entanto, foi observada nas profundidades superiores à 40 cm (**Figura 1**). A redução da saturação por alumínio pode ser explicada em função do deslocamento do Ca para as camadas subsuperficiais, de modo que este cátion desloca o alumínio para a solução, assim diminuindo sua saturação e seu efeito tóxico. Houve uma redução da saturação por alumínio, na camada de 40-60 cm, de 87 % na condição inicial do solo (**Tabela 1**), para valores pouco acima de 40 %, após 36 meses da aplicação do gesso (**Figura 1**).

CONCLUSÕES

A calagem alterou os atributos químicos do solo nos primeiros 10 cm superficiais após três anos da aplicação.

A aplicação de gesso melhorou o perfil do solo, reduzindo a saturação por Al e aumentando os teores de Ca, porém proporcionou lixiviação de Mg.

O gesso não ocasionou lixiviação do K.

REFERÊNCIAS

- CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C. & BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. *Bragantia*, 60:213-223, 2001.
- CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J. & KUSMAN, M.T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:275-286, 2003.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- LOYOLA JR, E. & PAVAN, M.A. Seletividade de troca de cátions em solos ácidos. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:131-138, 1989.
- MARIA, I.C.; ROSSETTO, E.J.; AMBROSANO, E.J. & CASTRO, O.M. Efeito da adição de diferentes fontes de cálcio no movimento de cátions em colunas de solo. *Sci. Agric.*, 50:87-98, 1993.
- NAVA, G.; ERNANI, P.R.; de SÁ, A.A. & PEREIRA, A.J. Soil Composition and Nutritional Status of Apple as Affected by Long-Term Application of Gypsum. *R. Bras. Ci. Solo*, 36:215-222, 2012.
- PÁDUA, T.R.P.; SILVA, C.A. & DIAS, B.O. Nutrição e crescimento do algodoeiro em Latossolo sob diferentes coberturas vegetais e manejo de calagem. *Cienc. Agrotec.*, 32:1481-1490, 2008.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, FT. & PRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminium following lime or gypsum applications to a Brazilian oxisol. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48:33-38, 1984.
- RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. Análise química do solo para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.
- RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. Recomendação de adubação e calagem para o estado do São Paulo, 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p.
- RAMPIM, L.; LANA, M.C.; FRANDOLOSO, J.F. & FONTANIVA, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:1687-1698, 2011.
- SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T. & NESI, C.N. Propriedades químicas de um latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:123-131, 2007.
- SORATTO, R.P. & CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:675-688, 2008.
- VELOSO, C.A.C.; BORGES, A.L.; MUNIZ, A.S. & VEIGAS, I.A. de J.M. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. *Sci. Agric.*, 49:123-128, 1992.
- VITTI, G.C.; LIMA, E. & CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M.S., ed. *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa, SBCS, 2006. p. 299-326.
- ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F. & CAIRES, E.F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. *Cienc. Rural*, 37: 110-117, 2007.

Tabela 1. Caracterização inicial do solo, no município de Jaguariaíva (PR), no ano de 2002

Prof.	C	pH	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S-SO ₄ ²⁻	P ⁽¹⁾	Argila	m
cm	g dm ⁻³	CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³		g kg ⁻¹	%
0-10	13,37	4,9	3,8	0,1	0,25	2,1	0,8	3	42	133	3,1
10-20	12,79	4,1	6,4	1,2	0,17	0,7	0,3	4	8	157	50,6
20-40	11,05	4,0	7,2	1,4	0,09	0,2	0,2	7	4	168	74,1
40-60	11,05	3,9	5,8	1,8	0,05	0,1	0,1	7	2	210	87,8
60-80	7,56	4,0	5,8	1,5	0,04	0,1	0,1	2	2	224	86,2
80-100	6,40	4,1	4,2	1,2	0,03	0,1	0,1	2	1	258	83,9

Extração com resina trocadora de íons

Tabela 2. Efeito da aplicação de calcário (0 Mg ha⁻¹ e 3,42 Mg ha⁻¹) nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico após 36 meses da aplicação. Média de cinco doses de gesso (0; 1,5; 3,0; 6,0 e 12 Mg ha⁻¹)

Prof (cm)	pH (CaCl ₂)		Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)		Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)		Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)		K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)		S-SO ₄ ²⁻ (mg kg ⁻¹)	
	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com
36 meses após a implantação												
0-10	4,7 ^b	5,4 ^a	0,2 ^a	0,0 ^b	2,8 ^b	5,1 ^a	0,99 ^b	2,55 ^a	0,26 ^{ns}	0,25	7,3 ^{ns}	9,8
10-20	4,2 ^{ns}	4,3	1,0 ^{ns}	0,8	1,0 ^{ns}	1,1	0,29 ^b	0,48 ^a	0,15 ^{ns}	0,14	18,2 ^{ns}	18,4
20-40	4,2 ^{ns}	4,2	1,1 ^{ns}	1,1	0,4 ^{ns}	0,5	0,16 ^b	0,27 ^a	0,11 ^{ns}	0,11	41,0 ^{ns}	36,8
40-60	4,2 ^{ns}	4,3	1,0 ^{ns}	1,0	0,4 ^b	0,5 ^a	0,14 ^b	0,21 ^a	0,09 ^{ns}	0,09	51,8 ^a	43,1 ^b
60-80	4,3 ^{ns}	4,3	0,8 ^{ns}	0,8	0,3 ^{ns}	0,4	0,13 ^b	0,19 ^a	0,06 ^{ns}	0,07	50,5 ^{ns}	51,6
80-100	4,4 ^{ns}	4,4	0,6 ^{ns}	0,6	0,2 ^b	0,3 ^a	0,14 ^{ns}	0,17	0,04 ^b	0,08 ^a	33,4 ^b	44,4 ^a

Letras diferentes na mesma linha, para cada parâmetro, diferem estatisticamente entre si; ns: não significativo.

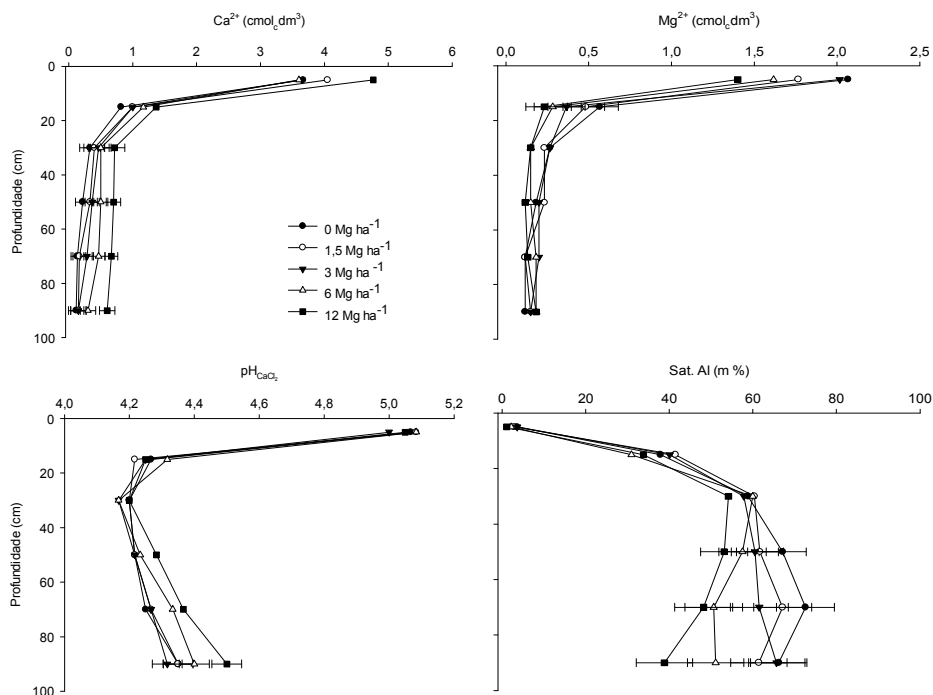


Figura 1. Efeito da aplicação de gesso (0; 1,5; 3,0; 6,0 e 12 Mg ha⁻¹) nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico após 36 meses da aplicação. Média de COM e SEM calcário (0 Mg ha⁻¹ e 3,42 Mg ha⁻¹)